



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 16 133 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
C 03 B 37/018
G 02 B 6/00

②① Aktenzeichen: 197 16 133.2
②② Anmeldetag: 17. 4. 97
④③ Offenlegungstag: 11. 12. 97

DE 197 16 133 A 1

③⑩ Unionspriorität:

20635/96 10.06.96 KR

⑦① Anmelder:

Samsung Electronics Co. Ltd., Suwon-City, KR

⑦④ Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
Anwaltssozietät, 80538 München

⑦② Erfinder:

Oh, Seung-Hun, Gumi, KR; Namkoong, Ki-Un,
Daegukwangyeok, KR; Kim, Jin-Han, Gumi, KR

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleitfaser und Verfahren dafür

⑤⑦ Offengelegt wird eine Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleiterfaser, welche umfaßt: einen Ofen zum Schmelzen einer Vorform der Lichtleiterfaser, um eine unbeschichtete Lichtleiterfaser zu ziehen; einen Beschichter, um die unbeschichtete Lichtleiterfaser zu beschichten; einen Kapstanmotor, um die Lichtleiterfaser unter Anwendung einer Zugkraft aus der Vorform der Lichtleiterfaser zu ziehen; einen Verbinder, um eine primäre Vorform der Lichtleiterfaser zentral in einer Über-Abdeckröhre mit einem äquidistanten Abstand zwischen der Peripherie der primären Vorform der Lichtleiterfaser und der inneren Oberfläche der Über-Abdeckröhre zu halten; und eine Positionssteuervorrichtung zum Halten des Verbinders derart, daß die primäre Lichtleiterfaser, die mit der Über-Abdeckröhre verbunden ist, in einem Zustand mit gesteuerter Position zugeführt wird.

DE 197 16 133 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ziehen einer Lichtleiterfaser aus einer Vorform der optischen Lichtleiterfaser.

Lichtleiterfasern aus Quarz, die in jüngster Zeit für sehr schnelle Datenübertragungsnetzwerke verwendet werden, werden durch Verwendung eines äußeren Dampfabscheidungsverfahrens (outside vapor deposition, OVD) oder eines modifizierten chemischen Abscheidungsverfahrens aus der Dampfphase (modified chemical vapor deposition, MCVD) erzeugt. Das OVD-Verfahren umfaßt die Schritte der Hydrolyse eines chemischen Gases, das aus gasförmigen SiCl_4 und einem Dotierstoff besteht, durch Brennen mit gleichzeitig zugeführtem Sauerstoff, um eine äußere SiO_2 -Schicht abzuscheiden, und des Dehydrierens der abgeschiedenen Schicht in einem Hochtemperaturofen unter Verwendung von Cl_2 und He, um eine Sinterung durchzuführen, um eine Vorform der Lichtleiterfaser zu erhalten. Bei dem MCVD-Verfahren werden mehrere Schichten innerhalb einer Quarzröhre abgeschieden, indem ein chemisches Gas aus SiCl_4 und einem Dotierstoff gleichzeitig mit Sauerstoff zugeführt wird. Wenn die mehreren Schichten abgeschieden sind, wird zunächst der Abdeckungsteil und dann der Kernbereich geformt. Danach wird die so beschichtete Quarzröhre bei einer Zufuhr von Cl_2 und He erhitzt, um einen kompakten Quarzstab zu formen. Jedoch besitzt das MVCD-Verfahren den inhärenten Nachteil, daß es nicht in der Lage ist, Vorformen mit einem Durchmesser von mehr als 25 mm zu erzeugen. Um diesen Nachteil zu überwinden, wird das sogenannte Über-Abdeckverfahren (overcladding) verwendet, um eine große Vorform zu erzeugen, um die Produktivität zu erhöhen.

Das Über-Abdeckverfahren wird unter Bezugnahme auf die Fig. 6, 7 und 8 beschrieben. Eine Über-Abdeckröhre 24 ist mit einer Trägerröhre 14 niedriger Reinheit versehen, die konzentrisch an einem ihrer Enden montiert ist. Die Röhre 14 besitzt eine niedrigere Reinheit als die Über-Abdeckröhre 24. Ein Trägerring 16 ist in die Trägerröhre 14 eingesetzt, um die primäre Vorform der Lichtleiterfaser und die Über-Abdeckröhre 24 zu zentrieren. Dazu ist es wünschenswert, daß der Trägerring 16 einen Durchmesser von wenigstens 10 mm besitzt. Fig. 7 zeigt die primäre Vorform 22 der Lichtleiterfaser wie sie in der Über-Abdeckröhre 24 montiert ist.

An dem unteren Ende der primären Vorform 22 der Lichtleiterfaser ist eine Trägerstange 18 montiert, deren oberes Ende, das an dem unteren Ende der Über-Abdeckröhre 24 angeordnet ist, erhitzt wird, um eine aufgedehnte Kugel 20 zu formen, um das untere Ende der Über-Abdeckröhre 24 abzudichten, wie in Fig. 6 gezeigt. Die so zusammengefügte Struktur wird longitudinal unter Rotieren erhitzt, um die Über-Abdeckröhre 24 und die primäre Vorform 22 der Lichtleiterfaser in eine sekundäre Vorform zu verschmelzen, wie in Fig. 8 gezeigt.

Der Vorgang des Ziehens der Lichtleiterfaser aus der sekundären Vorform der Lichtleiterfaser wird unter Bezugnahme auf Fig. 9 beschrieben. Die Vorform 26 der Lichtleiterfaser wird langsam einem Ofen 28 zugeführt, der von einem Vorformpositions-Steuerungsmechanismus 35 gesteuert wird. Der Ofen 28 wird bei einigen tausend Grad C, typischerweise bei 2100 bis 2200°C betrieben. Die unbeschichtete Lichtleiterfaser 36 wird aus dem im Querschnitt verringerten Teil der sekundären Vorform 26 der Lichtleiterfaser gezogen. Die Zug-

kraft wird durch einen Kapstanmotor 34 erzeugt.

Eine Durchmessermeßvorrichtung 40 führt eine Messung des Durchmessers der unbeschichteten Lichtleiterfaser 36 durch, um ein Meßsignal zu erzeugen, das zu einem Durchmesserregler 38 geführt wird, um den Durchmesser auf eine vorgegebene Größe, z. B. von 125 μm , zu regeln. Der Durchmesserregler steuert die Zugkraft des Kapstanmotors 34 in Abhängigkeit von dem Meßsignal, um den Durchmesser der unbeschichteten Lichtleiterfaser 36 z. B. bei 125 μm zu halten. Die abgekühlte, unbeschichtete Lichtleiterfaser 36 wird in einem ersten und zweiten Beschichter 30 und 32 mit einem Acryl- oder Silikonharz als Schutzschicht beschichtet. Schließlich wird die beschichtete Lichtleiterfaser auf eine Spule 68 gewickelt.

Somit erfordert das MVCD-Verfahren die drei wesentlichen Schritte des Vorbereitens einer primären Vorform der Lichtleiterfaser durch interne Abscheidung, des Über-Abdeckens der primären Vorform, um eine sekundäre Vorform der Lichtleiterfaser zu erhalten, und schließlich des Ziehens der Lichtleiterfaser aus der sekundären Vorform der Lichtleiterfaser. Diese drei herkömmlichen Schritte zum Erzeugen einer Lichtleiterfaser erfordern viel Zeit, wodurch die Produktivität erniedrigt wird. Zusätzlich erfordert der Schritt des Über-Abdeckens der primären Vorform der Lichtleiterfaser eine große Menge an Sauerstoff oder Wasserstoff. Weiterhin muß bei einer Erhöhung der Größe der primären Vorform der Lichtleiterfaser die der Vorform zugeführte Wärmemenge erhöht werden, wodurch die Transmissionseigenschaften der letztlich erhaltenen Lichtleiterfaser, wie etwa die Lichtverlusteigenschaften, verschlechtert werden.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Über-Abdecken einer primären Vorform einer Lichtleiterfaser beim Ziehen der endgültigen Lichtleiterfaser und ein Verfahren dafür zu schaffen.

Diese und weitere Aufgaben werden entsprechend der vorliegenden Erfindung durch die in den beigefügten Patentansprüchen definierte Vorrichtung zum Erzeugen einer Lichtleiterfaser und das entsprechende Verfahren gelöst.

Entsprechend einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfaßt eine Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleiterfaser: einen Ofen zum Schmelzen einer Vorform der Lichtleiterfaser, um eine unbeschichtete Lichtleiterfaser zu ziehen; einen Beschichter, um die unbeschichtete Lichtleiterfaser zu beschichten; einen Kapstanmotor, um die Lichtleiterfaser unter Anwendung einer Zugkraft aus der Vorform der Lichtleiterfaser zu ziehen; einen Verbinder, um eine primäre Vorform der Lichtleiterfaser zentral in einer Über-Abdeckröhre mit einem äquidistanten Abstand zwischen der Peripherie der primären Vorform der Lichtleiterfaser und der inneren Oberfläche der Über-Abdeckröhre zu halten; und eine Positionssteuervorrichtung zum Halten des Verbinders derart, daß die primäre Lichtleiterfaser, die mit der Über-Abdeckröhre verbunden ist, in einem Zustand mit gesteuerter Position zugeführt wird.

Die vorliegende Erfindung wird im folgenden genauer unter Bezugnahme auf die als Beispiel beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm zur Illustration einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleiterfaser.

Die Fig. 2A, 2B und 2C zeigen den Aufbau eines Verbinders nach der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 zeigt den erfindungsgemäßen Vorgang zum Erzeugen einer aufgedehnten Kugel an einem Ende einer primären Vorform der Lichtleiterfaser durch Erhitzen.

Fig. 4 zeigt die in einer Über-Abdeckröhre angeordnete primäre Vorform, um mittels des erfindungsgemäßen Verbinders eine sekundäre Vorform der Lichtleiterfaser zu erzeugen.

Fig. 5 zeigt den Vorgang der Herstellung des unteren Endes der sekundären Vorform der Lichtleiterfaser als Rundung durch Schmelzen.

Fig. 6 ist ein longitudinaler Querschnitt zur Illustration einer primären Vorform einer Lichtleiterfaser, die konzentrisch in einer herkömmlichen Über-Abdeckröhre angeordnet ist.

Fig. 7 ist ein transversaler Querschnitt der Fig. 6.

Fig. 8 ist eine ähnliche Ansicht wie Fig. 7, jedoch ist hier die herkömmliche Über-Abdeckröhre mit der primären Vorform der Lichtleiterfaser verschmolzen.

Fig. 9 ist ein Blockdiagramm zur Illustration einer herkömmlichen Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleiterfaser.

Wie in Fig. 1 gezeigt, umfaßt eine Vorform-Zuführ-
ausrüstung 42 eine Über-Abdeckröhre 44, eine primäre Vorform 46 für die Lichtleiterfaser, einen Verbinder 47, einen Vorformpositions-Steuerungsmechanismus 35 und eine Stickstoffgaszufuhr 48.

Die Über-Abdeckröhre 44 besitzt den Brechungsindex der letztendlich geformten Abdeckung. Wenn die primäre Vorform 46 der Lichtleiterfaser eng und dicht mit der Über-Abdeckröhre verbunden wird, beträgt das Durchmesser Verhältnis des Kerns zu der Abdeckung 45 : 125. Der Verbinder 47 dient zum Halten der Vorform 46 der Lichtleiterfaser, die in der Über-Abdeckröhre 44 angeordnet ist, mit einem äquidistanten Abstand zwischen der Seitenoberfläche der Vorform 46 und der inneren Oberfläche der Über-Abdeckröhre 40. Der Vorformpositions-Steuerungsmechanismus 35 steuert die Position der primären Vorform 46 der Lichtleiterfaser, die mit der Über-Abdeckröhre 44 verbunden ist. Die Stickstoffgaszufuhr 48 zwingt Stickstoffgas durch einen Kanal in der Form einer Düse in den Verbinder 47, um den Raum zwischen der primären Vorform 46 und der Über-Abdeckröhre 44 in einen Vakuumzustand zu evakuieren.

Die Vorrichtung 50 zum Ziehen der Lichtleiterfaser umfaßt einen Ofen 28, einen Durchmesserregler 38, einen ersten und einen zweiten Beschichter 30 und 32 und einen Kapstanmotor 34, welche Elemente ähnlich denen in Verbindung mit Fig. 6 beschrieben sind.

Fig. 2A zeigt einen longitudinalen Querschnitt des Verbinders, Fig. 2B zeigt einen transversalen Querschnitt entlang der Linie X-X, und Fig. 2C zeigt eine perspektivische Ansicht. Eine Quarzröhre mit niedrigerer Reinheit ist vorgesehen, um die Über-Abdeckröhre 44 längsweises mit dem Verbinder 47 zu verbinden. Die primäre Vorform 46 der Lichtleiterfaser ist fest entlang der zentralen Linie des Verbinders angeordnet. Der Verbinder 37 ist mit einer ringförmigen Vertiefung 56 versehen, die mit einer Stickstoffgaseingangs- und ausgangsröhre "A" und "B", die senkrecht zur Längsrichtung des Verbinders geformt sind, und mit einer Saugröhre "C" verbunden ist, die sich in den Raum zwischen der Über-Abdeckröhre 44 und der primären Vorform 46 der Lichtleiterfaser parallel zu deren Länge erstreckt. Das Stickstoffgas wird gezwungen, in die Eingangsröhre "A" und aus der Ausgangsröhre "B" zu fließen, so daß der Raum zwischen der Über-Abdeckröhre 44 und der primären Vorform 46 der Lichtleiterfaser durch die An-

saugröhre "C" entsprechend dem Bernoulli-Theorem evakuiert wird.

Das Verfahren zum Ziehen der Lichtleiterfaser wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 5 beschrieben. Ein Ende der primären Vorform 46 der Lichtleiterfaser, die durch interne Abscheidung hergestellt wird, wird zunächst mit einer Quarzröhre geringer Reinheit verbunden, und der verbundene Bereich wird bei 1400°C geschmolzen, um einen aufgedehnten Teil zu bilden, der wie eine Kugel geformt ist. Dann wird die Quarzröhre geringer Reinheit von der primären Vorform der Lichtleiterfaser entfernt, die dann mit der aufgedehnten Kugel endet. Die primäre Vorform der Lichtleiterfaser 44 wird dann in der Über-Abdeckröhre 44 angeordnet, wobei das aufgedehnte Ende von dem unteren Ende der Über-Abdeckröhre genommen wird, wie in Fig. 4 gezeigt, und das andere Ende fest in der Mitte des Verbinders montiert wird, wie in Fig. 2A gezeigt. Die Über-Abdeckröhre, die die primäre Vorform der Lichtleiterfaser enthält, wird mit 15 UpM für 3 bis 4 Minuten rotiert, wobei das aufgedehnte Ende, das von dem unteren Ende der Über-Abdeckröhre aufgenommen wird, auf 1400°C erhitzt wird, während der Raum zwischen der primären Vorform der Lichtleiterfaser und der Über-Abdeckröhre durch Durchgang von Stickstoffgas durch die ringförmige Vertiefung 56 in einen Vakuumzustand evakuiert wird. Dann werden das aufgedehnte Ende der primären Vorform der Lichtleiterfaser und das benachbarte Ende der Über-Abdeckröhre durch Schmelzen miteinander verbunden, um eine sekundäre, abgedichtete Vorform zu bilden, die aus der Über-Abdeckröhre und der primären Vorform der Lichtleiterfaser besteht.

Die derart erhaltene, sekundäre Vorform wird dann dem Ofen 28 unter Steuerung des Vorformpositions-Steuerungsmechanismus 35 zugeführt. Wenn der Ofen auf eine Temperatur von 2350°C erhitzt worden ist und 15 Minuten vergangen sind, wird der Raum zwischen der primären Vorform der Lichtleiterfaser und der Über-Abdeckröhre wiederum in einen Vakuumzustand evakuiert, indem ein Stickstoffgas durch die ringförmige Vertiefung 56 geführt wird. Danach, nach 25 Minuten, wird der Boden des Ofens geöffnet, um den geschmolzenen Teil der zweiten Vorform fallen zu lassen. Der geschmolzene Teil wird herausgezogen, wobei der Durchmesser so gehalten wird, daß er nicht 125 µm überschreitet und wobei der Teil durch die ersten und zweiten Beschichter 30 und 32 beschichtet wird und mit dem Kapstanmotor 34 verbunden ist, dessen Ziehgeschwindigkeit automatisch in einem Bereich von 300 bis 700 m pro Minute eingestellt wird.

Somit schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum Über-Abdecken einer primären Vorform für eine Lichtleiterfaser, während die endgültige Lichtleiterfaser gezogen wird, und ein Verfahren dafür, welches die Herstellungszeit und somit die Kosten erheblich verringert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleiterfaser welche umfaßt:
einen Ofen (28) zum Schmelzen einer Vorform (46) der Lichtleiterfaser, um eine unbeschichtete Lichtleiterfaser zu ziehen;
einen Beschichter (30, 32), um die unbeschichtete Lichtleiterfaser zu beschichten;
einen Kapstanmotor (34), um die Lichtleiterfaser unter Anwendung einer Zugkraft aus der Vorform

der Lichtleiterfaser zu ziehen;
 einen Verbinder (47), um die primäre Vorform der Lichtleiterfaser zentral in einer Über-Abdeckröhre (44) mit einem äquidistanten Abstand zwischen der Peripherie der primären Vorform der Lichtleiterfaser und der inneren Oberfläche der Über-Abdeckröhre zu halten; und
 eine Positionssteuervorrichtung (35) zum Halten des Verbinders derart, daß die primäre Lichtleiterfaser, die mit der Über-Abdeckröhre verbunden ist, in einem Zustand mit gesteuerter Position zugeführt wird.

2. Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleiterfaser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß weiterhin eine Quarzröhre (52) vorgesehen ist, um den Verbinder (47) mit der Über-Abdeckröhre (44) zu verbinden.

3. Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleiterfaser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbinder (47) mit einer ringförmigen Vertiefung (56) versehen ist, die mit einer Stickstoffgas-eingangsröhre (A) und einer Stickstoffgasausgangsröhre (B), die senkrecht zur Länge des Verbinders geformt sind, und mit einer Saugröhre (C) verbunden ist, die sich zu dem Raum zwischen der Über-Abdeckröhre (44) und der primären Vorform (46) der Lichtleiterfaser und längs zu deren Länge erstreckt.

4. Vorrichtung zum Herstellen einer Lichtleiterfaser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ofen einen heißen Bereich mit einer Länge von wenigstens 15 cm besitzt.

5. Verfahren zum Herstellen einer Lichtleiterfaser, welches eine Vorrichtung verwendet, die umfaßt: einen Verbinder (47) zum Halten einer primären Vorform (46) der Lichtleiterfaser, die zentral in einer über-abdeckenden Quarzröhre (44) mit einem äquidistanten Abstand zwischen der Peripherie der Vorform der Lichtleiterfaser und der inneren Oberfläche der Über-Abdeckröhre eingesetzt ist, wobei der Verbinder (47) eine Saugröhre (C) zum Evakuieren des äquidistanten Raums in einen Vakuumzustand besitzt; eine Positionssteuervorrichtung (35) zum Halten des Verbinders (47) solcherart, daß die primäre Vorform (46) der Lichtleiterfaser, die mit der Über-Abdeckröhre (44) verbunden ist, in einem Zustand mit gesteuerter Position zugeführt wird; einen Ofen (28) zum Schmelzen der mit der Über-Abdeckröhre (44) verbundenen primären Vorform (46) der Lichtleiterfaser, um eine unbeschichtete Lichtleiterfaser zu ziehen; einen Beschichter (30, 32) zum Beschichten der unbeschichteten Lichtleiterfaser; und einen Kapstanmotor (34) zum Ziehen der Lichtleiterfaser durch Anlegen einer Zugkraft; wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

Verbinden der primären Vorform der Lichtleiterfaser mit der Über-Abdeckröhre durch den Verbinder;
 Erhitzen eines Endes der Über-Abdeckröhre, die die primäre Vorform der Lichtleiterfaser enthält, um eine sekundäre, abgedichtete Vorform (36) vorzubereiten, die aus der Über-Abdeckröhre (44) und der primären Vorform (46) der Lichtleiterfaser besteht, deren benachbarte Enden durch Schmelzen miteinander verbunden sind; und
 Schmelzen der sekundären Vorform in dem Ofen (28), um dadurch gleichzeitig das Über-Abdecken

und das Ziehen der Lichtleiterfaser durchzuführen.
 6. Verfahren zum Herstellen einer Lichtleiterfaser nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt zum Verbinden weiterhin folgende Schritte umfaßt:

Verbinden eines Endes der primären Vorform der Lichtleiterfaser mit einer Quarzröhre niedriger Reinheit;

Erhitzen des verbundenen Teils für einen vorgegebenen Zeitraum, um einen aufgedehnten Teil zu formen;

Entfernen der Quarzröhre niedriger Reinheit, so daß die primäre Vorform der Lichtleiterfaser ein aufgedehntes Ende besitzt;

Anordnen der primären Vorform der Lichtleiterfaser in der Über-Abdeckröhre, wobei ein Ende mit dem Verbinder verbunden ist, damit dieses aufgedehnte Ende mit dem anderen Ende der Über-Abdeckröhre verbunden wird; und

festes Anordnen des anderen Endes der primären Vorform der Lichtleiterfaser in der Mitte des Verbinders.

7. Verfahren zum Herstellen einer Lichtleiterfaser nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt zum Vorbereiten der sekundären Vorform außerdem folgenden Schritt umfaßt:

Schmelzen der benachbarten Enden der primären Vorform der Lichtleiterfaser und der Über-Abdeckröhre, wobei das andere Ende an dem Verbinder befestigt ist, durch Erhitzen für einen vorgegebenen Zeitraum, während der Raum zwischen der primären Vorform der Lichtleiterfaser und der Über-Abdeckröhre durch die Ansaugröhre (C), die sich in dem Verbinder befindet, in einen Vakuumzustand evakuiert wird.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

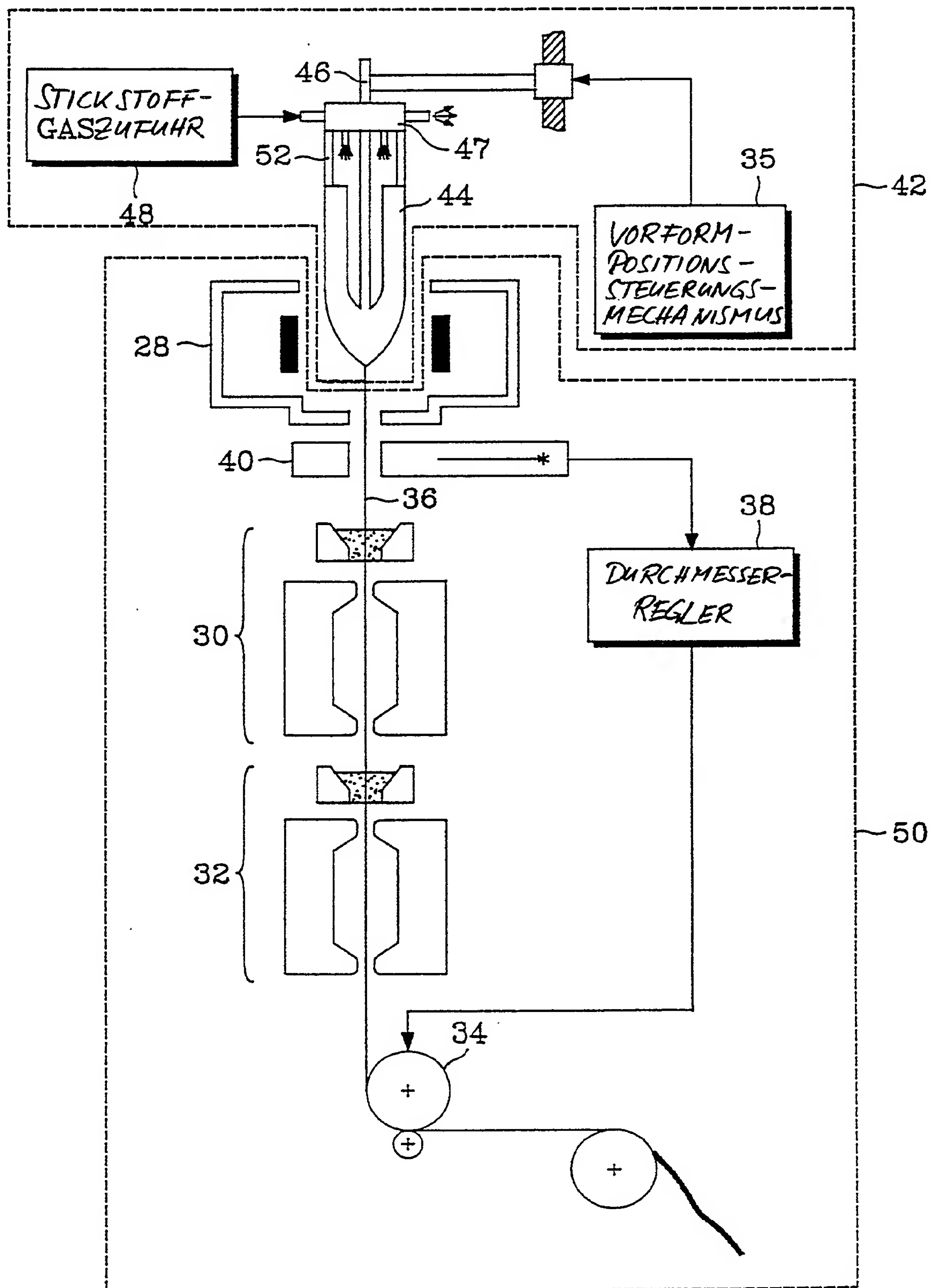


Fig. 1

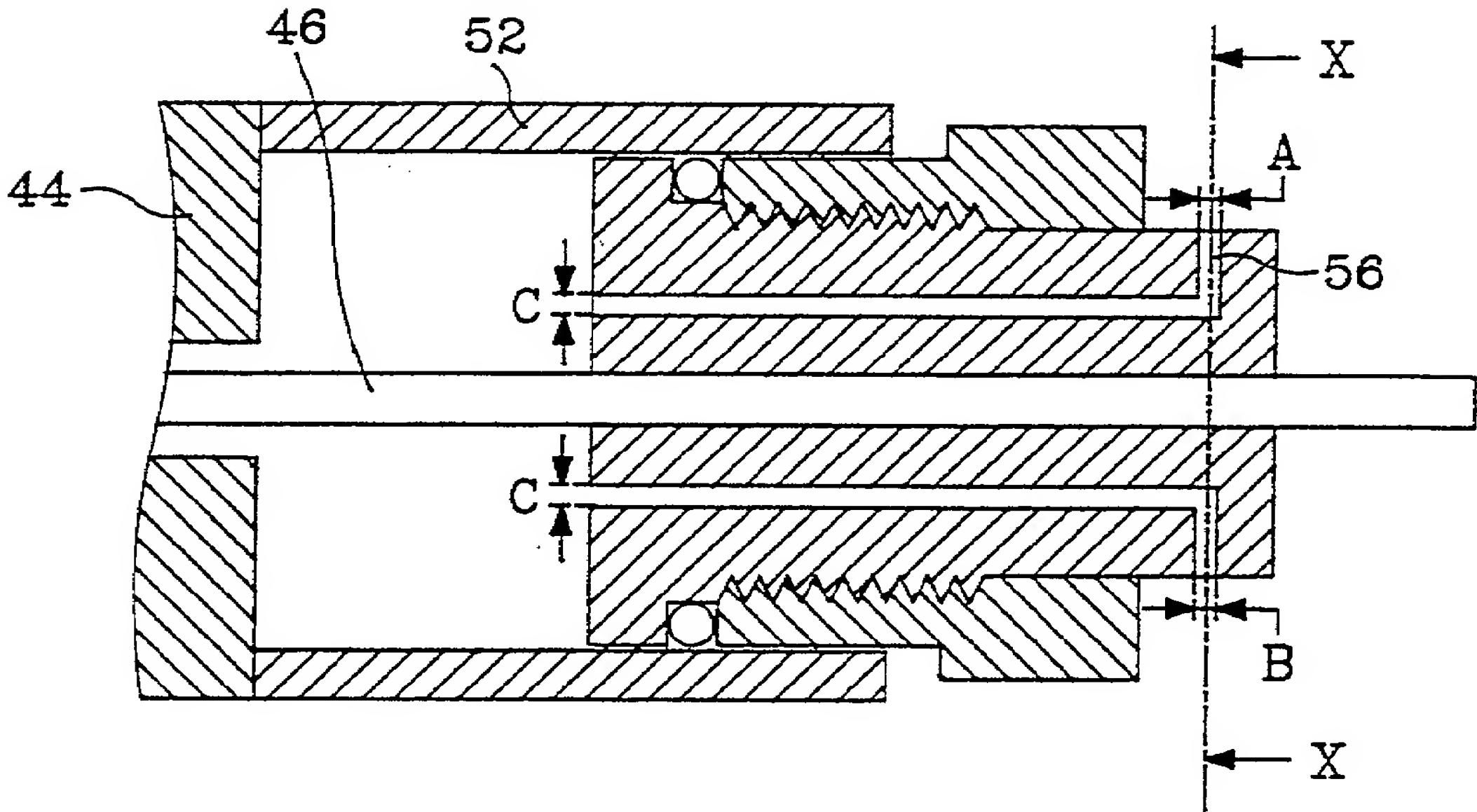


Fig. 2 A

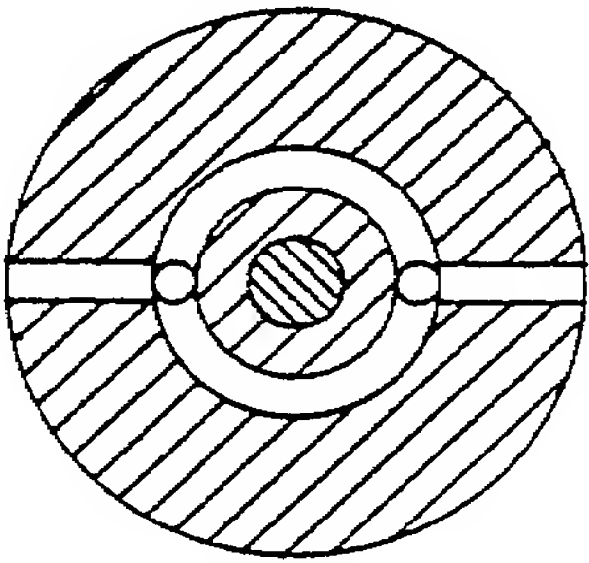


Fig. 2 B

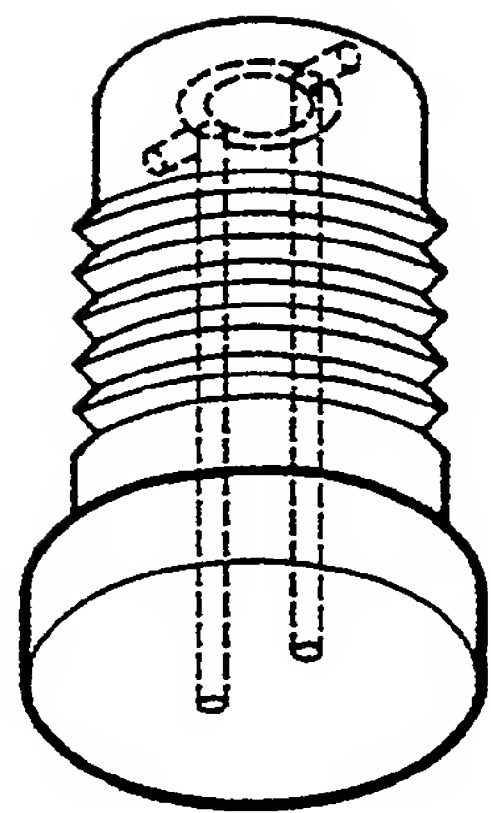


Fig. 2 C

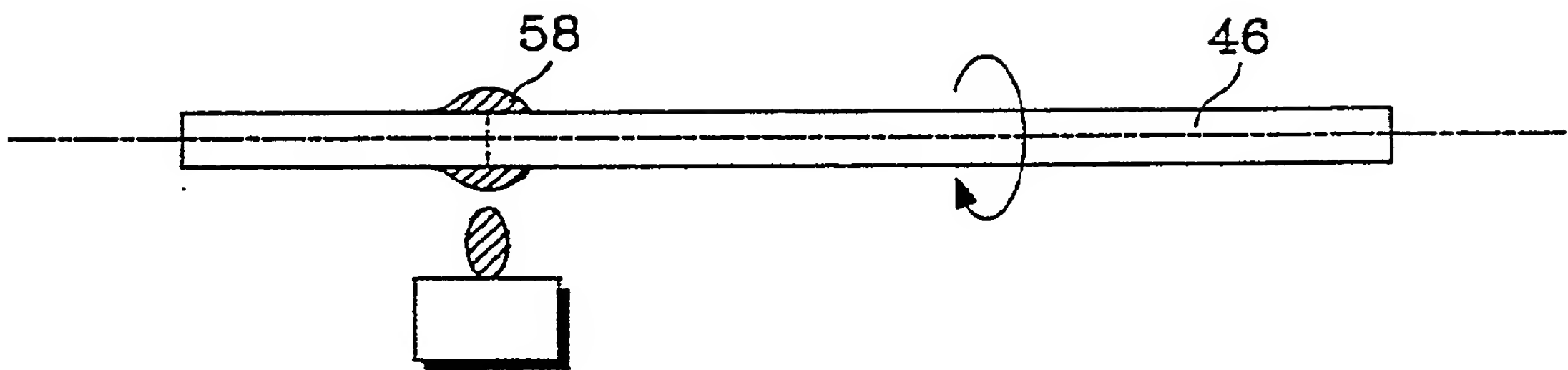


Fig. 3

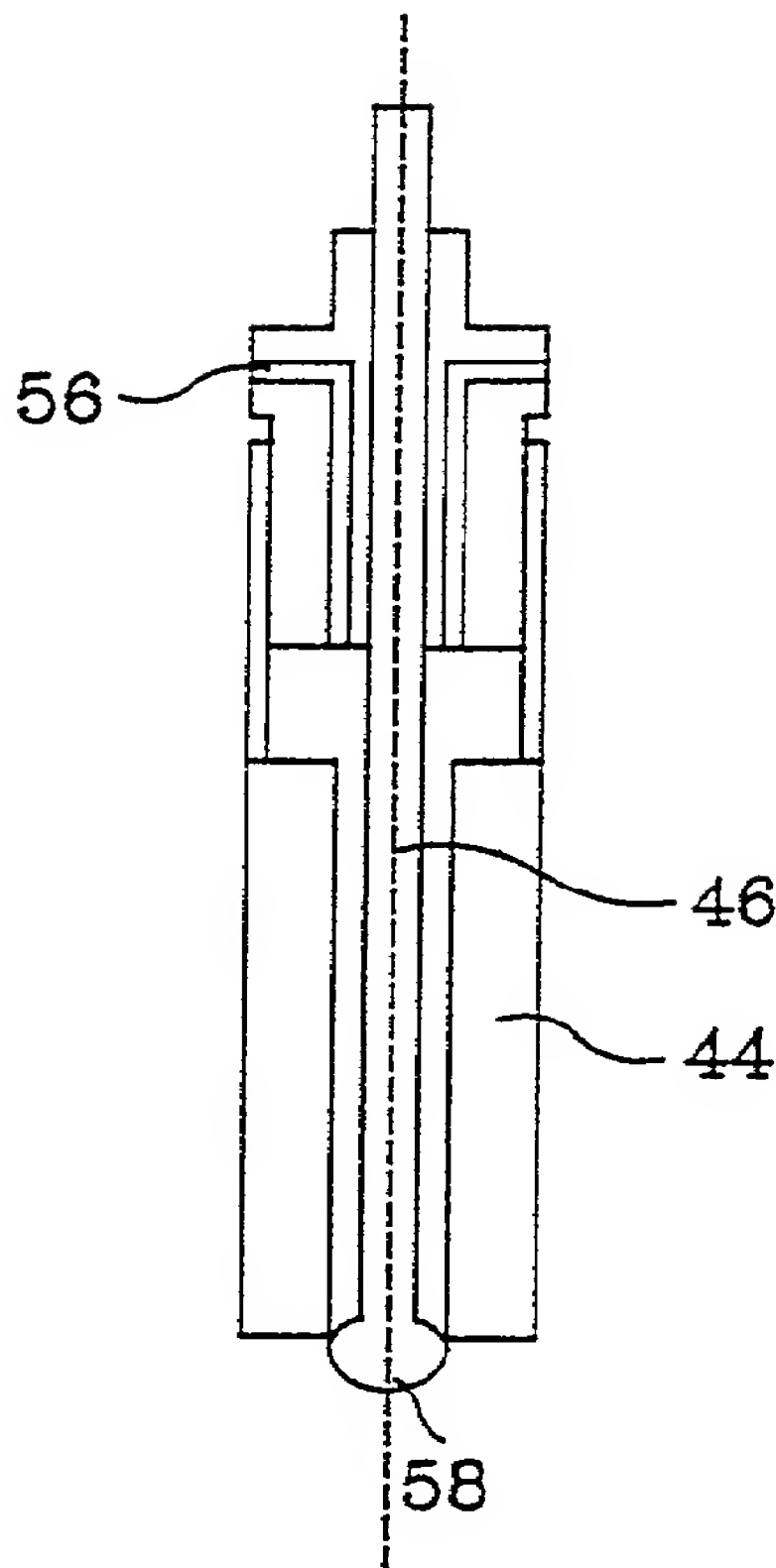


Fig. 4

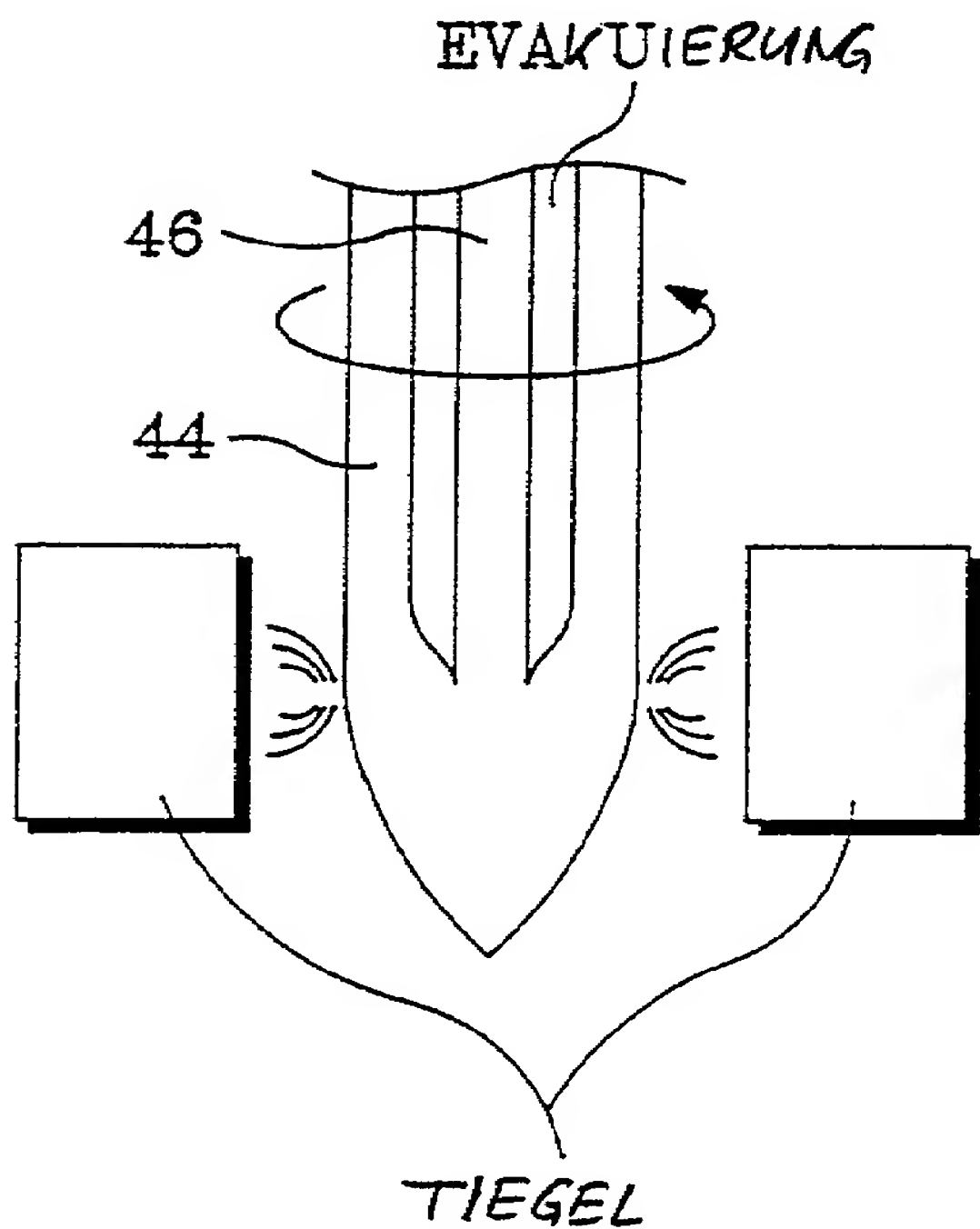


Fig. 5

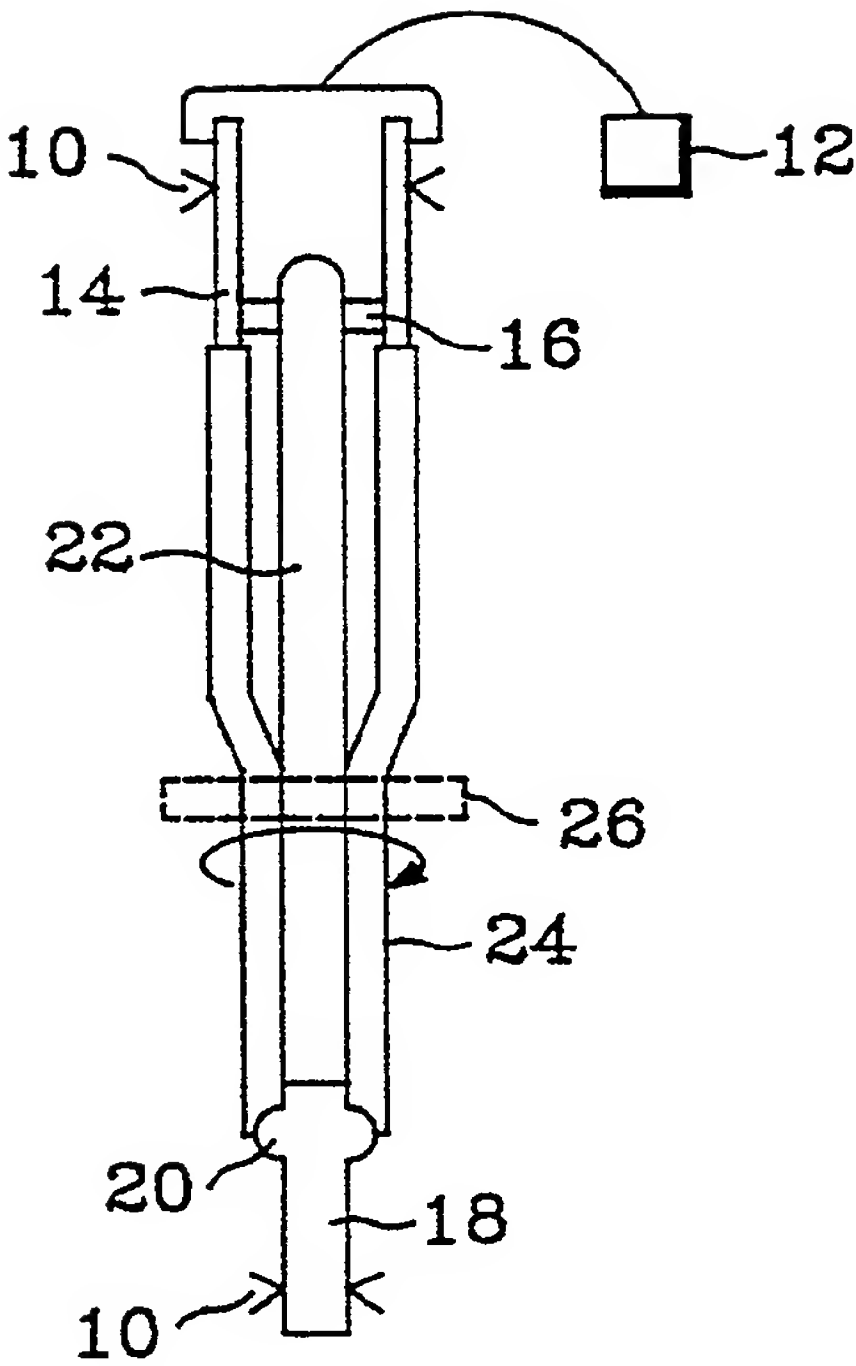


Fig. 6

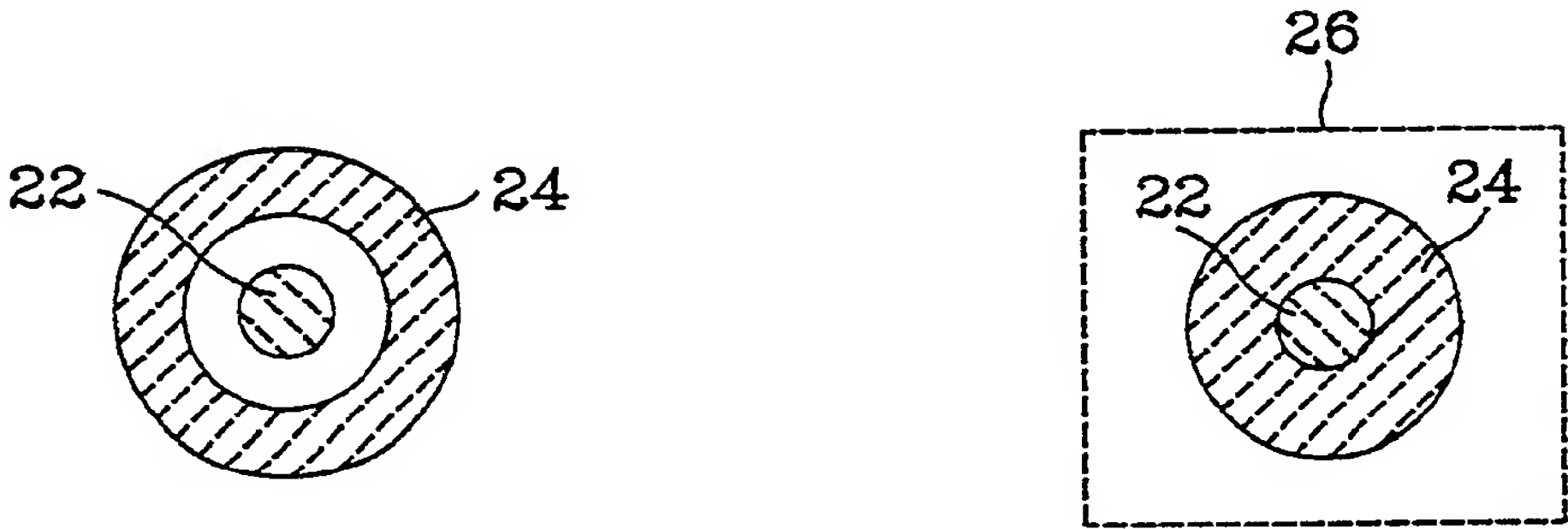


Fig. 7

Fig. 8

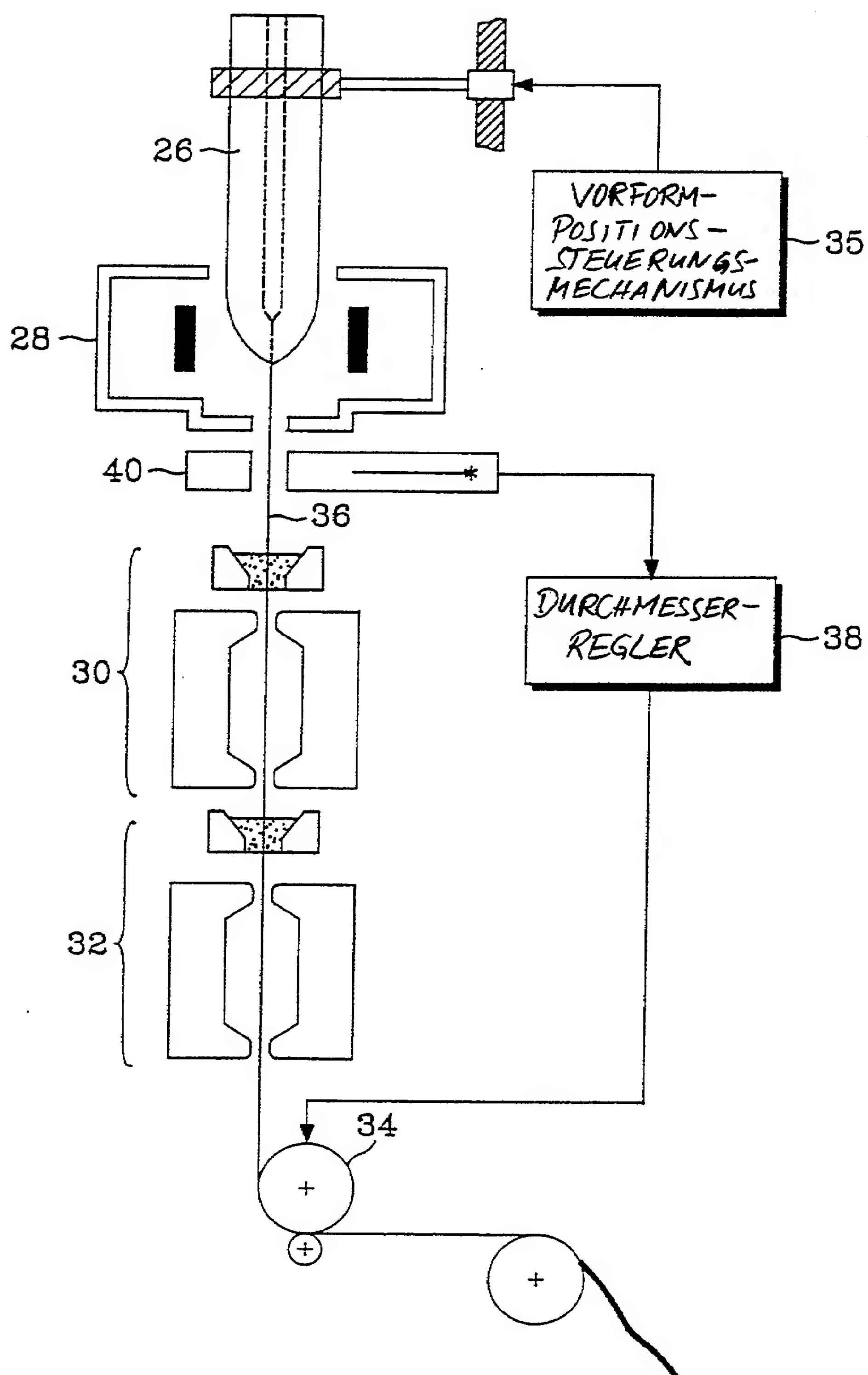


Fig. 9